



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 52 029 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 197 52 029.4  
⑳ Anmeldetag: 24. 11. 97  
㉑ Offenlegungstag: 2. 6. 99

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 R 25/00**  
H 01 Q 1/22  
H 01 Q 1/32  
H 01 Q 7/00  
E 05 B 65/12

DE 197 52 029 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Gold, Peter, 92318 Neumarkt, DE

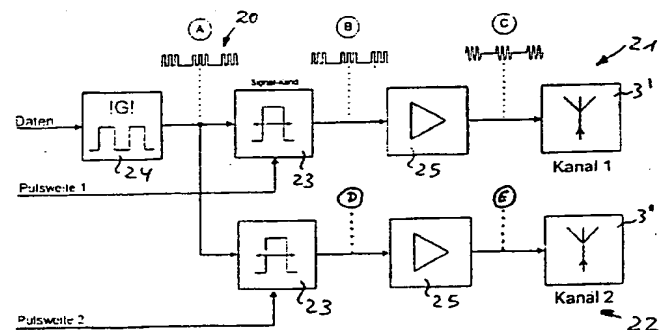
⑤6 Entgegenhaltungen:  
US 55 52 641  
EP 01 38 090

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug

⑤7 Antennen eines Diebstahlschutzsystems werden mit einem pulswidenmodulierten Rechtecksignal (20) durch eine Leistungssteuereinheit (28) und eine Phasensteuereinheit (27) derart gesteuert, daß eine Leistungsänderung keine Phasenänderung hervorruft und umgekehrt. Dies wird dadurch bewerkstelligt, daß das Rechtecksignal (20) bei Leistungsänderung bezüglich seiner Pulsweite verändert wird und gleichzeitig der Pulsanstiegszeitpunkt so verstellt wird, daß die Phase konstant bleibt.



DE 197 52 029 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug, bei dem nur nach Nachweis einer Berechtigung Türen ver- oder entriegelt werden oder eine elektronische Wegfahrsperre gelöst wird.

Ein bekanntes Diebstahlschutzsystem (DE 38 02 248 A1) weist eine Antennenvorrichtung in der Fahrertür auf. Wenn ein Benutzer in das Fahrzeug einsteigen möchte, so wird durch Betätigen eines Auslöseschalters ein Frage-Antwort-Dialog ausgelöst. Hierbei wird ein Fragesignal von der Antennenvorrichtung im Fahrzeug zu einem von dem Benutzer getragenen Transponder gesendet. Dieser sendet ein verschlüsseltes Antwortsignal zurück, falls er das Fragesignal empfängt. Im Kraftfahrzeug wird das Antwortsignal mit einem erwarteten Sollsignal verglichen und wenn die beiden übereinstimmen (erfolgreiche Authentifikation), so werden die Türen ver- oder entriegelt.

Eine solche Antennenvorrichtung ist durch zwei Rahmenantennen realisiert, die senkrecht zueinander stehen. Durch die Antennen werden elektromagnetische Felder erzeugt. Diese Felder induzieren in einer Transponderspule des Transponders eine Spannung. Damit die induzierte Spannung möglichst groß ist, müssen die Feldlinien in genügendem Maße die Transponderspule durchsetzen. Dies ist dann der Fall, wenn die Feldlinien des erzeugten Magnetfeldes nicht in einer Ebene, sondern zumindest in zwei Ebenen verlaufen. Daher sind dort die beiden Rahmenantennen senkrecht zueinander angeordnet. Dies benötigt allerdings sehr viel Einbauplatz.

Nun kann es jedoch vorkommen, daß der tragbare Transponder zufälligerweise mit seiner Windungsfläche seiner Transponderspule derart positioniert ist, daß die Windungsfläche immer noch parallel zu den Feldlinien des Magnetfeldes verlaufen.

Dann wird die Transponderspule nicht oder nicht genügend von dem Magnetfeld durchsetzt, so daß das Fragesignal von dem Transponder nicht oder mit zu geringer Amplitude empfangen wird.

Bei einem weiteren bekannten Diebstahlschutzsystem (DE 195 42 441 A1) wird eine Antenne benutzt, die aus zwei Rahmenantennen besteht, die dicht beieinander und in einer Ebene angeordnet sind. Um ein räumliches Magnetfeld zu erzeugen, werden die beiden Rahmenantennen getrennt voneinander, jedoch phasenverschoben zueinander gesteuert. Somit entsteht ein räumlich hin- und herbewegtes Magnetfeld. Auch hier kann es noch vorkommen, daß die Windungsflächen der Transponderspule nicht in genügendem Maße mit Magnetfeldlinien des von den beiden Rahmenantennen erzeugten Magnetfeldes durchsetzt wird.

Außerdem können die beiden Rahmenantennen nicht immer dicht beieinander angeordnet werden. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die eine Rahmenantenne in der Vordertür und die andere in der Hintertür angeordnet ist. Dann entsteht kein - oder nur ein gering ausgeprägtes - hin- und herbewegtes Magnetfeld, da die Reichweite des Magnetfeldes begrenzt ist.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, bei dem Signale derart von einem fahrzeugseitigen Sender ausgesendet werden, daß sie zuverlässig von einem tragbaren Transponder in der Nähe des Kraftfahrzeugs empfangen werden können, und dies weitgehend unabhängig von der Ausgestaltung des Transponders.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Merkmale von Patentanspruch 1 gelöst. Dabei sind zumindest zwei Antennen getrennt voneinander in dem Kraftfahrzeug angeordnet. Über die Antennen werden zwei Signale ausge-

sendet, die bezüglich ihrer Phase zueinander und bezüglich ihrer Sendeleistung unterschiedliche sind, wobei ein Ändern der Sendeleistung keine ungewollte Änderung in der Phase bewirkt und umgekehrt. Dies wird durch eine Leistungsteuereinheit und eine Phasensteuereinheit bewerkstelligt. Eine in den Signalen enthaltene Information wird durch Änderungen in Phase und Sendeleistung nicht verändert.

Auf diese Weise wird ein Überlagerungsmagnetfeld erzeugt, dessen Richtcharakteristik von der Sendeleistung und der Phase der Signale von jeder Antenne abhängig ist. Wird die Sendeleistung und/oder die Phase der Signale gezielt verändert, so entstehen Magnetfelder, die sich in ihrer räumlichen Intensitätsverteilung gegenüber den vorhergehenden Magnetfeldern verändert haben. Infolgedessen kann der Transponder auch unter ungünstigen Bedingungen ein genügend großes Signal empfangen, auf Grund dessen er sein Antwortsignal zurücksenden kann.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. So können die Werte der Sendeleistungen und der Phaseneinstellungen der Signale als Übertragungsparameter abgespeichert werden. Die Übertragungsparameter können auch systematisch variiert werden, so daß selbst dann noch ein Fragesignal von dem Transponder empfangen wird, wenn zunächst keines empfangen wurde.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Diebstahlschutzsystems,

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Sende- und Empfangseinheit des Diebstahlschutzsystems nach Fig. 1,

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines tragbaren Transponders des Diebstahlschutzsystems nach Fig. 1,

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens einer Authentifikation mit Hilfe des Transponders,

Fig. 5 ein detailliertes Blockschaltbild von zwei Sende- und Empfangskanälen des Diebstahlschutzsystems,

Fig. 6a bis 6c Signalverläufe innerhalb der Sende- und Empfangseinheit,

Fig. 7 ein Blockschaltbild einer Leistungsteuereinheit, Fig. 8 bis 10 Ausführungsbeispiele von Schaltungsanordnungen einer Leistungsteuereinheit und Fig. 11 ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung einer Phasensteuereinheit.

Ein erfindungsgemäßes Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug 1 (Fig. 1) weist eine fahrzeugseitige Sende- und Empfangseinheit mit einer Steuereinheit 2 und Antennen 3 auf. Die Sende- und Empfangseinheit sendet Signale über die Antennen 3 drahtlos aus. Ebenso werden Signale über die Antennen 3 empfangen und in der Steuereinheit 2 ausgewertet.

Die Steuereinheit 2 ist mit mehreren Antennen 3, die beispielsweise in die Fahrertür, der Beifahrertür, den Hecktüren, am Heck/Kofferraum, im Bereich des Tanks, im Bereich der Stoßfänger oder an sonstigen Stellen - über das Kraftfahrzeug 1 verteilt - angeordnet sind, verbunden. Die Signale werden dabei über zumindest zwei Antennen 3 ausgesendet, wobei jede Antenne 3 ein elektromagnetisches Feld erzeugt. Die Magnetfelder überlagern sich und bilden dabei ein dreidimensionales Überlagerungsmagnetfeld. Eine Richtcharakteristik 4 und damit die Reichweite des Überlagerungsmagnetfeldes hängt dabei ab von der Sendeleistung der einzelnen Antennen 3 und der Phase zwischen den Signalen, die über die zwei Antennen 3 ausgesendet werden.

Falls jemand Zugang zu dem Kraftfahrzeug 1 haben möchte, so muß er sich zunächst mit Hilfe eines tragbaren

Codegebers (im folgenden als Transponder 5 bezeichnet) ausweisen. Sobald der Benutzer, der Zugang zu dem Fahrzeug begehrt, einen Auslöseschalter 6 (vgl. Fig. 2) betätigt, wird über die Antennen 3 ein Signal (im folgenden als Fragesignal bezeichnet) ausgesendet. Falls das Fragesignal von dem Transponder 5 empfangen wird, so sendet er seinerseits eine codierte Information in einem Antwortsignal zurück.

Das Antwortsignal wird von den Antennen 3 im Kraftfahrzeug 1 empfangen und der Steuereinheit 2 als Auswertereinheit zugeleitet. Dort wird das Antwortsignal ausgewertet. Die Steuereinheit 2 ist mit Türschlössern 7, Steuergeräten (insbesondere einem Wegfahrsperrensteuergerät 8) oder sonstigen elektronischen Einheiten im Kraftfahrzeug 1 über Datenleitungen 9 verbunden. Wenn sich der Transponder 5 als berechtigt herausstellt (erfolgreiche Authentifikation), so werden je nach Inhalt des Antwortsignal ein oder alle Türschlösser 7 ver- oder entriegelt, das Wegfahrsperrensteuergerät 8 freigegeben, das Innenlicht ein-/ausgeschaltet, Fenster oder Schiebedach geöffnet/geschlossen, die Heizung ein-/ausgeschaltet usw. Über die Steuereinheit 2 werden hierzu Steuersignale an die entsprechenden elektronischen Einheiten im Kraftfahrzeug 1 ausgesendet.

Die Send- und Empfangseinheit weist gemäß Fig. 2 die Steuereinheit 2 auf, die beispielsweise als Mikroprozessor  $\mu P$  ausgeführt sein kann. Durch die Steuereinheit 2 wird das Senden und Empfangen von Signalen gesteuert und die empfangenen Signale ausgewertet sowie weitere elektronische Einheiten im Fahrzeug gesteuert. Hierzu ist sie mit zumindest einem Sender 11 (Fig. 2) und einem Empfänger 12 verbunden, in denen die Signale moduliert oder demoduliert werden. Jede Antenne 3 ist ihrerseits jeweils mit einem Sender 11 und einem Empfänger 12 verbunden. Der Empfang von Signalen ist auch über andere nicht dargestellte Antennen möglich.

Die Steuereinheit 2 ist über die Datenleitung 9 oder über eine Busleitung mit den Türschlössern 7, dem Wegfahrsperrensteuergerät 8 oder sonstigen Steuergeräten verbunden. Die Send- und Empfangseinheit weist außerdem Speichereinheiten (Parameterspeicher 13 und Sollwertspeicher 14) auf, in denen Übertragungsparameter und Sollinformationen gespeichert sind.

Mit den gespeicherten Übertragungsparametern erhält die Steuereinheit 2 die Information, mit welcher Phase und welcher Leistung oder Amplitude die Signale ausgesendet werden sollen oder zuvor ausgesendet wurden. Die gespeicherte Sollinformationen wird mit der in dem Antwortsignal enthaltenen und empfangene codierte Information zum Zwecke der Authentifikation verglichen. Hierdurch wird also die Berechtigung des Benutzers überprüft.

Der Transponder 5 ist vorteilhafter Weise auf einer scheckkartengroßen Karte angeordnet. Er weist einen Sender 15 (Fig. 3) und einen Empfänger 16 auf, die mit einem Transponder-IC 17 verbunden sind. Mit dem Transponder-IC 17 ist eine vor unberechtigtem Zugriff geschützte, benutzerspezifische Sollcodeinformation gespeichert oder es wird eine solche dort mit Hilfe eines geheimen, mathematischen Algorithmus erzeugt.

Die Codeinformation wird verschlüsselt in dem Antwortsignal zum Kraftfahrzeug 1 übertragen, wenn zuvor ein Fragesignal empfangen wurde.

Zum Senden und Empfangen von Signalen weist der Transponder 5 eine Antenne in Form einer Spule (Transponderspule 18) auf. In dieser Transponderspule 18 wird - beim Empfang von Signalen - eine Spannung induziert, wenn sich die Transponderspule 18 innerhalb der Reichweite eines Magnetfeldes befindet (vgl. Fig. 1) und von genügend vielen Feldlinien durchsetzt wird, d. h. wenn das Magnetfeld im Bereich der Transponderspule 18 ausreichend groß

ist.

Anhand der Fig. 4 wird das Verfahren der Authentifikation näher erläutert. Dabei sind in der Fig. 4 die Verfahrensschritte, die im Transponder 5 stattfinden, auf der linken Seite und die Verfahrensschritte, die in der Send- und Empfangseinheit des Kraftfahrzeugs 1 stattfinden, auf der rechten Seite dargestellt.

Zunächst wird ein Fragesignal über zumindest zwei Antennen 3 vom Kraftfahrzeug 1 ausgesendet. Wenn ein Fragesignal vom Transponder 5 empfangen wurde, so wird das Antwortsignal vom Transponder 5 zurückgesendet. Wenn das Antwortsignal innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer nicht empfangen wird, so werden die Übertragungsparameter systematisch (nach einem zuvor festgelegten Schema) geändert. Durch die geänderten Übertragungsparameter verändert sich die Richtcharakteristik 4 und die räumliche Verteilung des Überlagerungsmagnetfeldes infolge geänderter Sendeleistung und/oder Phase der ausgesendeten Signale. Danach wird der Frage-Antwort-Dialog erneut durchgeführt.

Falls das Antwortsignal von der fahrzeugseitigen Send- und Empfangseinheit empfangen wurde, so wird die darin enthaltene Codeinformation mit der erwarteten Sollcodeinformation verglichen. Wenn die Authentifikation erfolgreich war (Codeinformation ist gleich Sollcodeinformation), so werden Türschlösser 7 entriegelt oder die Wegfahrsperre gelöst. Hierzu wird durch das Wegfahrsperrensteuergerät 8 zumindest ein zum Betrieb des Kraftfahrzeugs notwendiges Steuergerät, wie das Motorsteuergerät, ordnungsgemäß in Betrieb gesetzt.

War die Authentifikation nicht erfolgreich, so ist das Verfahren der Authentifikation beendet. Gegebenenfalls kann Alarm ausgelöst werden, falls der Versuch unternommen wurde, die Authentifikation mit einem nichtberechtigten Transponder 5 durchzuführen.

Über zumindest zwei Antennen 3 im Kraftfahrzeug 1 wird das Fragesignal ausgesendet. Da die Antennen 3 als Spulen ausgebildet sind, werden hochfrequente Magnetfelder erzeugt, die sich je nach Lage der Antennen 3, der äußeren Form der Antennen 3 und je nach Intensitätsverteilung der einzelnen Magnetfelder jeweils einer Antenne 3 überlagern (vgl. schraffierten Bereich in Fig. 1).

Die Antennen 3 senden Signale aus, die sich in ihrer Sendefrequenz, Sendeleistung und/oder ihrer Phase zueinander unterscheiden. Durch gezielte Änderungen von einem der genannten Parameter wird die Richtcharakteristik 4 des Feldes und die lokale Intensitätsverteilung verändert. Infolgedessen wird das resultierende Magnetfeld (Überlagerungsmagnetfeld) räumlich verändert.

Durch systematisches Ändern der Übertragungsparameter kann somit sichergestellt werden, daß der Transponder 5 zumindest einmal sicher angesprochen wird. Wenn ein Benutzer in sein Fahrzeug einsteigen möchte, so muß er zunächst den Frage-Antwort-Dialog auslösen. Je nachdem, wo er den Transponder 5 trägt und wie die Transponderspule 18 mit ihrer Windungsfläche im Bezug auf das von den Antennen 3 im Kraftfahrzeug 1 erzeugte Magnetfeld mit seinen Magnetfeldlinien gerichtet ist, kann das Fragesignal mit unterschiedlicher Stärke empfangen werden.

Wenn der Transponder 5 mit seiner Transponderspule 18 derart gerichtet ist, daß die Magnetfeldlinien des erzeugten Magnetfeldes die Transponderspule 18 senkrecht schneiden (Windungsfläche senkrecht zu den Magnetfeldlinien), so wird bekanntlich die größte Spannung in der Transponderspule 18 induziert. Das Fragesignal wird also optimal empfangen.

Ist die Transponderspule 18 jedoch so gerichtet, daß die Magnetfeldlinien parallel zur Windungsfläche der Trans-

ponderspule 18 verlaufen, so wird keine Spannung in der Transponderspule 18 induziert. Das Fragesignal wird dann nicht empfangen, obwohl sich der Transponder 5 genügend nahe beim Kraftfahrzeug 1 und innerhalb der Reichweite der Antennen 3 befindet. Ebenso kann es passieren, daß durch im Überlagerungsmagnetfeld lokale Bereiche vorhanden sind, in denen das Feld nur sehr geringe Stärke aufweist, so daß das Fragesignal auch nicht oder mit zu geringer Stärke empfangen werden kann.

Falls das Fragesignal in bestimmten Bereichen dennoch nicht empfangen wird, obwohl die Reichweite des Magnetfeldes ausreichen müßte, so wird einem solchen Fall von einer lokalen Nullstelle gesprochen. Ein Transponder 5 befindet sich dann in einer Nullstelle, wenn die Intensität der in der Transponderspule 18 induzierten Spannung unter einem Schwellwert liegt.

Die Lagen der Nullstellen hängen von verschiedenen Parametern ab, wie einerseits von der Lage oder Orientierung der Transponderspule 18 und andererseits aber auch vom Anbringungsort der Antennen 3 im Kraftfahrzeug 1, der äußeren Ausgestaltung der Antennen 3, der Sendeleistung oder Amplitude sowie der Phase der Signale von zwei Antennen 3 zueinander.

Um auch einen Transponder 5 zu erfassen, der in einer Nullstelle angeordnet ist, werden die Antennen 3 nacheinander unterschiedlich bezüglich Sendeleistung und Phase angesteuert. Wenn ein Signal über zwei Antennen 3 ausgesendet wird, so entsteht für jede Antenne 3 ein Wechselmagnetfeld, das sich mit dem Wechselmagnetfeld der anderen Antenne 3 überlagert. Durch Ändern der Einzelfelder ergeben sich nacheinander verschiedene Überlagerungsmagnetfelder, deren räumliche Intensitätsverteilung von den Übertragungsparametern (hier Sendeleistung und Phase; die Sendefrequenz ist bei Anwendungen in der Automobiltechnik konstant bei 125 kHz) abhängig ist.

Die systematischen Änderungen der Sendeleistung und der Phase laufen für den Benutzer unbemerkt ab, und zwar dann, wenn zunächst kein Antwortsignal empfangen wird. Danach wird das Fragesignal bei veränderten Magnetfeldbedingungen (andere Übertragungsparameter) erzeugt und wiederum auf ein Antwortsignal gewartet.

Bei dem Diebstahlschutzsystem wird eine Trägerschwingung von beispielsweise 125 kHz mit einer binär codierten Information oder Codeinformation (Fig. 5 und 6A) von beispielsweise 2 kHz moduliert. Die Antennen 3 werden also mit binär codierten Signalen (Rechtecksignale 20 mit einem durch die codierte Information festgelegten Tastverhältnis) gesteuert, durch die eine entsprechende Schwingung in den Antennen 3 erzeugt wird. In der Hüllkurve der Rechtecksignale 20 ist die codierte Information enthalten.

Wird bei den Rechtecksignalen 20 die Leistung oder Amplitude verändert, so ändert sich infolgedessen auch mehr oder weniger die Phase der ausgesendeten Signale und umgekehrt. Die in den Rechtecksignalen 20 enthaltene binäre Information wird allerdings nicht verändert.

Um eine definierte Intensitätsverteilung im Überlagerungsmagnetfeld zu erhalten, wird die Sendeleistung erfindungsgemäß derart geändert, daß dies keinen ungewollten Einfluß auf die Phase hat, und umgekehrt. Es wird also die Sendeleistung eingestellt und gleichzeitig die Phase so korrigiert, daß sie konstant bleibt, und umgekehrt.

Ein Blockschaltbild von Übertragungskanälen 21, 22 der Sende- und Empfangseinheit mit einer Pulssteuereinheit 23 (durch einen Doppelpfeil über der ansteigenden und abfallenden Flanke symbolisiert) ist in der Fig. 5 dargestellt. Dabei werden einem Oszillator 24 Daten von der Steuereinheit 2 zugeführt, die die zu übertragende binäre Codeinformation enthalten. In dem Oszillator 24 findet eine Modulation mit

einem hochfrequenten Träger statt. Am Ausgang des Oszillators 24 steht das entsprechende Rechtecksignal 20 zur Verfügung, in dessen Hüllkurve die binäre Codeinformation enthalten ist. Mit diesem Rechtecksignal 20 werden – nach dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 – zwei Antennen 3' und 3'' zum Aussenden der binären Codeinformation (Fragesignal) gesteuert.

Die Pulssteuereinheit 23 ist nach dem Oszillator 24 angeordnet. Durch sie wird das Rechtecksignal 20 bezüglich seiner Amplitude und Phase gesteuert. Das Ändern der Amplitude und/oder der Phase wird – wie weiter unten noch näher erläutert – durch Ändern der Pulsweite der einzelnen Pulse des Rechtecksignals 20 gesteuert. Die Werte für die Pulsweiten erhält die Pulssteuereinheit 23 von der Steuereinheit 2.

Das in Amplitude und/oder Phase veränderte Rechtecksignal 20 wird über eine Endstufe 25 den beiden Antennen 3' und 3'' zugeführt. Jede Antenne 3 ist Teil eines LC-Schwingkreises. Wird ein solcher Schwingkreis mit einem Rechtecksignal zum Schwingen angeregt, so schwingt dieser in Form eines gepulsten Sinussignals, wobei in der Hüllkurve dieses Sinussignals weiterhin die binäre Codeinformation enthalten ist.

Die Antennen 3' und 3'' sind parallel zueinander angeordnet und über den Oszillator 24 mit der Steuereinheit 2 verbunden. Jeder Zweig, in dem sich eine Antenne 3' oder 3'', eine Endstufe 25, eine Pulssteuereinheit befindet, wird als Übertragungskanal 21, 22 bezeichnet.

In den Fig. 6a bis 6e sind Signalverläufe aus der Schaltungsanordnung nach Fig. 5 dargestellt. In Fig. 6a ist das Grundmuster der binären Codeinformation, und zwar das Rechtecksignal 20, dargestellt. Die Codeinformation wird über die Antennen 3 als Fragesignal ausgesendet. Um das Überlagerungsmagnetfeld entsprechend räumlich auszugestalten, wird das Fragesignal über die beiden Übertragungskanäle 21 und 22 mit unterschiedlicher Sendeleistung/Amplitude und Phase ausgesendet. Dadurch wird bereits erreicht, daß sich die Nullstellen gegenüber einem mit gleichen Übertragungsparametern ausgesendeten Fragesignal derart verschieben, daß sie wahrscheinlich nicht im Bereich des möglichen Aufenthaltsortes des Transponders 5 liegen.

Die binäre Codeinformation wird nun beispielsweise über die Antenne 3' im ersten Übertragungskanal 21 mit kleiner Amplitude und im zweiten Übertragungskanal 22 mit großer Amplitude ausgesendet. Die Phase zwischen den beiden Signalen soll jedoch vorerst unverändert bleiben.

Die Steuereinheit 2 gibt nun der Pulssteuereinheit 23 eine schmale Pulsweite vor. Das Signal am Ausgang der Pulssteuereinheit 23 des ersten Übertragungskanals 21 weist dann gemäß Fig. 6b schmale Impulse auf. Die Pulssteuereinheit 23 sorgt dann auch dafür, daß die Phase des Signals unverändert bezogen auf die Mitte der Pulse bleibt und zeitgleich mit jedem Impulsanstieg der binären Codeinformation ist (vgl. Fig. 6A und 6B). Durch die schmale Pulsweite wird – wie weiter unten näher erläutert – eine sinusförmigen Schwingung (Fig. 6c) nach der Endstufe 25 des ersten Übertragungskanals 21 erzeugt, die eine geringe Amplitude aufweist. In ihrer Hüllkurve bleibt die binäre Codeinformation erhalten.

Die Pulssteuereinheit 23 des zweiten Übertragungskanals 22 erhält von der Steuereinheit 2 eine große Pulsweite als Vorgabe. Dadurch verbreitern sich die Impulse (Fig. 6d) an ihrem Ausgang, wodurch eine höhere Amplitude (Fig. 6e) des sinusförmigen Signals nach der Endstufe 25 des zweiten Übertragungskanals 22 erhalten wird. Die Phase dieser Impulse wird auch wieder derart konstant gehalten, daß die Impulsmitten zeitgleich mit jedem Impulsanstieg bei der binären Codeinformation (vgl. Fig. 6A und 6D) ist. Die Impuls-

weite wird also verändert und gleichzeitig wird ihr Anstiegszeitpunkt zeitlich verschoben. Auf diese Weise ändern sich die Phase in keinem der beiden Übertragungskanäle 21 und 22, auch wenn die Amplitude und somit die Sendeleistung unterschiedlich ist.

Da die Antennen 3 ist Teil eines LC-Schwingkreises, wird nur dann ein vernünftige Schwingung erreicht, wenn – wie bei einem Pendel – die zugeführte Energie die gleiche Richtung hat, wie die Schwingungsausschläge selbst, da sonst kein Aufschaukeln der Schwingung erfolgen kann. Dabei kann die Energiezufuhr innerhalb einer Periode ständig erfolgen oder intermittierend, d. h. für eine kürzere Zeit zu einem wiederkehrenden festgelegten Startpunkt. Ist die Kraft in beiden Fällen gleich groß, so ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen Stromflußzeiten eine große und eine kleine Schwingung. Die Frage ist nun, wie legt man den Startpunkt für den Energiefluß in beiden Fällen fest, damit die sich ergebenden Schwingungen – zeitlich betrachtet – deckungsgleich sind.

Naturgemäß schwingt eine Schwingung symmetrisch um eine Nulllinie. Der Nulldurchgang der Schwingung stellt gleichzeitig den Startpunkt für die Energiezufuhr in beide Richtungen dar. Die Richtungen sind durch einen Vorzeichenwechsel gekennzeichnet, bei dem sich der Stromfluß zwischen der Spule L und dem Kondensator C des LC-Schwingkreises umkehrt.

Bei einer schmalen Pulsweite, bei der die Mitte des Pulses mit dem Nulldurchgang der Schwingung übereinstimmt, wird eine kleine Schwingung erzeugt. Ist der Impuls breiter, so wird der Schwingung mehr Energie zugeführt und es wird eine Schwingung mit einer größeren Amplitude erzeugt. Wenn nun die Anstiegsflanke bei verbreiteter oder verkürzter Pulsweite durch die Pulssteuereinheit 23 in ihrer Phase derart eingestellt wird, daß Impulsnitte mit dem Nulldurchgang der Schwingung übereinstimmt, so ändert sich zwar die Amplitude, nicht aber die Phase der Schwingung.

Auf diese Weise kann einfach die Amplitude einer Schwingung geändert werden, ohne daß dies auf die Phase der Schwingung zurückwirkt. Soll nun die Phase geändert werden, so kann das gepulste Signal zeitlich verzögert werden, d. h. der Zeitpunkt der Anstiegs- und Abfallflanke muß um den gleichen Betrag verschoben werden. Dies hat keinen Einfluß auf die Amplitude, da nicht mehr Energie in die Schwingung hineingesteckt wird. Die Amplitude braucht also nicht nachgeregt zu werden. Somit bleibt eine Phasenänderung ohne Einfluß auf die Amplitude.

Die Realisierung einer solchen Pulssteuereinheit 23 ist in den Fig. 7 bis 11 dargestellt, wobei die Pulssteuereinheit 23 in eine Phasensteuereinheit 27 und eine Leistungssteuereinheit 28 aufgeteilt ist. In den Fig. 8 bis 10 sind zu den dargestellten Schaltungsanordnungen auch entsprechende Signalverläufe innerhalb der Schaltungsanordnungen dargestellt.

In Fig. 7 ist lediglich die Leistungssteuereinheit 28 (mit einem Doppelpfeil nur über der abfallenden Flanke des Impulses symbolisiert) des Übertragungskanals 21 dargestellt. Durch sie wird die Pulsweite geändert, damit eine größere oder kleinere Amplitude der Schwingung erzeugt wird. Ohne die Phasensteuereinheit 27 zieht dies automatisch eine Änderung in der Phase nach sich, die jedoch erfindungsgemäß mit Hilfe der Phasensteuereinheit 27 verhindert wird.

Im folgenden wird zunächst nur die Leistungssteuereinheit 28 ohne Phasensteuereinheit 27 betrachtet. Die Leistungssteuereinheit 28 kann gemäß Fig. 8 analog mit Hilfe eines Monoflops 29 realisiert sein. Das mit konstanter Frequenz getriggerte Monoflop 29 gibt das gewünschte Tastverhältnis (Verhältnis von Pulsweite zu Pulspause) aus, indem der Strom (Rechtecksignal 20) an seinem Eingang 30 mit Hilfe eines Widerstands R3 entsprechend eingestellt

wird. An seinem Ausgang 31 steht dann das gewünschte Rechtecksignal 31' zur Verfügung.

Alternativ kann auch ein Rampengenerator 32 (Fig. 9) zusammen mit einem Komparator 33 verwendet werden, um die Pulsweite oder Pulsbreite zu ändern. Nadelimpulse konstanter Frequenz entladen dabei zyklisch über einen Transistor T1 einen Integrationskondensator C1. Dadurch wird am Ausgang des Rampengenerators 32 (als Operationsverstärker OP1 realisiert) eine Sägezahnspannung 34 gebildet, die dem Komparator 33 (als Operationsverstärker OP2 realisiert) zugeführt wird. Die Schaltschwelle des Komparators 33 ist eine einstellbare Gleichspannung, die mit einem Widerstand R2 eingestellt wird. Aufgrund dieser Schaltschwelle ergibt sich dann das gewünschte Tastverhältnis des Rechtecksignals 35 am Ausgang 36 des Komparators 33. Dieses Ausgangssignal wird dann der Endstufe 25 zugeführt.

Ebenso kann die Leistungssteuerung digital – wie in Fig. 10 dargestellt – durchgeführt werden. Ein binärer Wert eines mit konstanter Frequenz arbeitenden Aufwärtszählers IC1 wird einem 4-Bit-Komparator IC2 zugeführt. – An zweiten Eingängen des Komparators IC2 wird ein einstellbarer Vergleichswert (eine Zahl von 1 bis 8) angelegt, durch die das gewünschte Tastverhältnis des Rechtecksignals vorgegeben wird (entspricht dem Übertragungsparameter, der von der Steuereinheit 2 geliefert wird). Durch Größenvergleich der Eingangswerte an den Eingängen A und B wird am Ausgang 37 ( $A < B$ ) des Komparators IC2 das gewünschte Tastverhältnis erhalten. Das Tastverhältnis ist einmal für die Zahl "4" (C) und einmal für die Zahl "8" (C') dargestellt.

Die Phasensteuereinheit 27 kann gemäß Fig. 11 mit Hilfe eines Schieberegisters 38 und eines Demultiplexers 39 realisiert werden. Alle Übertragungskanäle 21, 22 werden über das hier verwendete 8-Bit-Schieberegister 38 verknüpft. Am Ausgang des Schieberegisters 38 liegt das Rechtecksignal mit unterschiedlichen Phasen ( $0^\circ$ ;  $22,5^\circ$ ;  $45^\circ$ ; usw.) an. Durch entsprechendes Auswählen der Phasenlage wird dem zweiten Übertragungskanal 22 – bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 – ein gewünschter Ausgang des Demultiplexers 39 und damit die gewünschte Phasenlage zugeführt. Gegenüber dem ersten Übertragungskanal 21, der mit der Referenzlage  $0^\circ$  gesteuert wird, hat das Signal im zweiten Übertragungskanal 22 dann die gewünschte Phase. Anschließend kann in der Leistungssteuereinheit 28 die gewünschte Leistung eingestellt werden.

Die oben beschriebene Pulsweitensteuerung zum Festlegen der Leistung und der Phase läßt sich auch als Gegentaktansteuerung ausführen. Dabei wird dem Schwingkreis sowohl in einer positiven als auch in einer negativen Halbwelle Energie zugeführt. Hierzu kann entweder eine nicht dargestellte Vollbrückenschaltung oder eine Halbbrückenschaltung mit positiver und negativer Versorgungsspannung zugeführt werden. Die einzelnen Schalter der Brückenschaltungen werden dabei zeitgesteuert ein- und ausgeschaltet, so daß entsprechende pulsweitenmodulierte Signale entstehen, mit denen der Schwingkreis zum Schwingen angeregt wird. Voll- und Halbbrücken sind für sich bereits bekannt und brauchen daher nicht näher erläutert zu werden.

Durch das erfindungsgemäße Diebstahlschutzsystem werden die Lagen von Nullstellen durch unterschiedliche Ansteuerung vermieden oder in ihrer räumlichen Lage verschoben, so daß sie nicht mehr im Bereich des Transponders 5 liegen und doch noch eine erfolgreiche Authentifikation stattfinden kann. Die Nullstellen können nur dann reproduzierbar und definiert verschoben werden, wenn die Leistung und die Phase der Signale derart gesteuert werden, daß eine Leistungsänderung keine Phasenänderung zur Folge hat und umgekehrt, d. h. daß der gegenseitige Einfluß der Leistungs-

steuereinheit 28 und der Phasensteuereinheit 27 wirksam gesteuert wird.

Die Werte für die Übertragungsparameter, bei denen eine erfolgreiche Authentifikation stattgefunden hat, können gespeichert werden und bei folgenden Authentifikationsvorgängen als anfängliche Werte verwendet werden. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, daß nur ein Authentifikationsvorgang durchgeführt werden muß. Somit wird der Vorgang der Authentifikation verkürzt. Die Übertragungsparameter können auch systematisch vorzugsweise in vorgegebenen Stufen geändert werden, so daß sich das Überlagerungsmagnetfeld in seiner räumlichen Intensitätsverteilung deutlich verändert.

Das erfindungsgemäße Diebstahlschutzsystem hat den Vorteil, daß es bei sehr unterschiedlichen Kraftfahrzeugen verwendet werden kann. Das Diebstahlschutzsystem braucht dann nicht an die Geometrie (Langversion, Kurzversion), Ausstattungsgrad (Schiebedach, Verdeck, usw.) und verwendete Werkstoffe (Aluminium, Magnesiumlegierungen) angepaßt werden. Auch Bauelementtoleranzen und Temperaturänderungen haben wenig Einfluß auf die erfolgreiche Authentifikation, da sich das Überlagerungsmagnetfeld durch die Übertragungsparameter ändert und dann ein Transponder 5 immer noch sicher erreicht, auch wenn er sich in einer anfänglichen Nullstelle befinden sollte. Die Nullstelle wird durch Ändern der Sendeleistung und/oder der Phase räumlich verschoben oder ganz beseitigt. Danach soll der Transponder 5 das Fragesignal erfolgreich empfangen und sein Antwortsignal zurücksenden können. Falls er es immer noch nicht empfängt, so müssen die Übertragungsparameter erneut geändert werden.

Mit der Leistungssteuereinheit 28 und der Phasensteuereinheit 27 kann eine möglichst verlustfreie Steuerung der Sendeleistung und der Phase vorgenommen werden, da ein intermittierendes Signal (Rechtecksignal) zum Steuern verwendet wird. Es können auch mehrere Antennen 3 unabhängig voneinander gesteuert werden.

Mit dem Diebstahlschutzsystem können die Reichweiten der einzelnen Antennen 3 so eingestellt werden, daß eine sichere Innenraumerkennung und Außenraumerkennung des Transponders 5 möglich ist. Die Reichweite und die Richtcharakteristik 4 können so eingestellt werden, daß die Fragesignale nicht außerhalb des Kraftfahrzeugs 1 empfangen werden können (Innenraumerkennung), wenn der Transponder 5 nur im Innenraum erkannt werden soll, und umgekehrt.

Wird der Transponder 5 außen erkannt (d. h. sendet er sein Antwortsignal zurück), so wird der Zugang durch Eintriegeln einer oder aller Türen freigegeben. Wird der Transponder 5 im Innenraum korrekt erkannt, so wird die Wegfahrsperre gelöst und der Benutzer kann mit dem Kraftfahrzeug 1 wegfahren. Beim Verriegeln muß der Transponder 5 auch wieder im Außenraum erkannt werden, da ansonsten die Gefahr besteht, daß er im Kraftfahrzeuginneren eingesperrt wird.

#### Patentansprüche

1. Diebstahlschutzsystem für ein Kraftfahrzeug (1) mit
  - einer in dem Kraftfahrzeug (1) angeordneten Sende- und Empfangseinheit (2, 11, 12), die mit zumindest zwei voneinander getrennt im Kraftfahrzeug (1) angeordneten Antennen (3) elektrisch verbunden ist, über die jeweils ein Signal ausgesendet oder empfangen wird,
  - einer Steuereinheit (2), die Teil der Sende- und Empfangseinheit (2, 11, 12) ist und die Antennen (3) zum Senden und Empfangen von Signalen

steuert sowie die empfangenen Signale auswertet, wobei zumindest zwei Antennen (3) jeweils ein Signal zugeführt wird, und mit

- einer Leistungssteuereinheit (28) und eine Phasensteuereinheit (27), durch die die Sendeleistung bzw. die Phase der Signale derart gesteuert wird, daß sich keine unerwünschten Rückwirkungen auf die Phase bzw. Sendeleistung ergeben.

2. Diebstahlschutzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungssteuereinheit (28) und die Phasensteuereinheit (27) die Signale bezüglich ihrer Pulsweite steuern.

3. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennen (3) in Form von elektrischen Spulen und als Teil eines LC-Schwingkreises in der Fahrertür, in der fahrerseitigen Hintertür, in der Seitenwand im Bereich des Rücksitzes, des Tanks oder der Stoßfänger oder an sonstigen Stellen in der Karosserie des Kraftfahrzeugs (1) angeordnet sind.

4. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasensteuereinheit (27) durch ein Schieberegister (38) und einen Demultiplexer (39) realisiert ist.

5. Diebstahlschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungssteuereinheit (28) durch einen Aufwärtszähler (IC1) und einen Komparator (IC2) realisiert ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

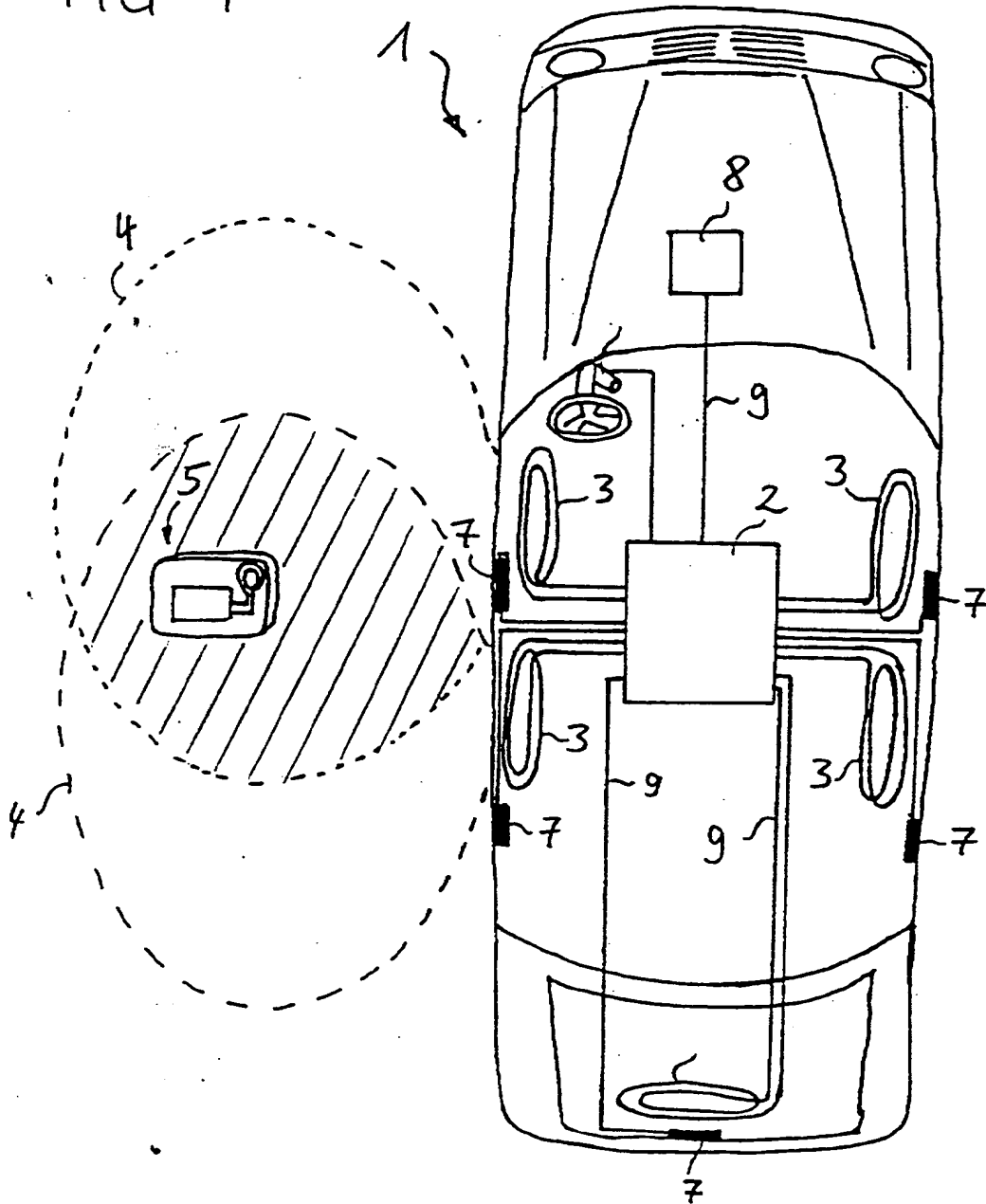


FIG 2

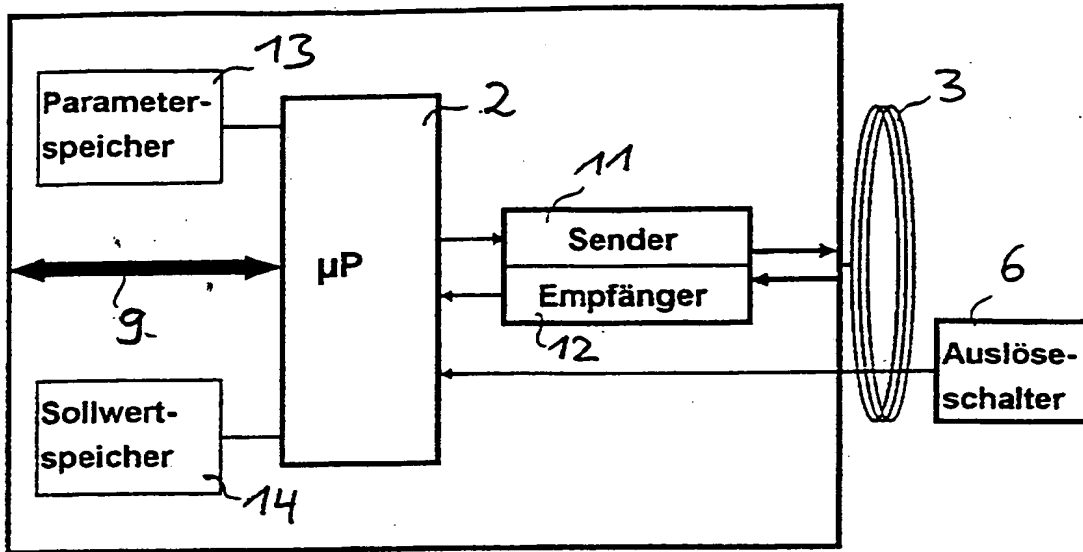
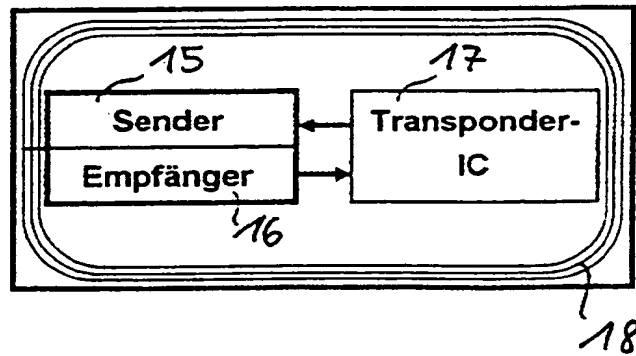


FIG 3





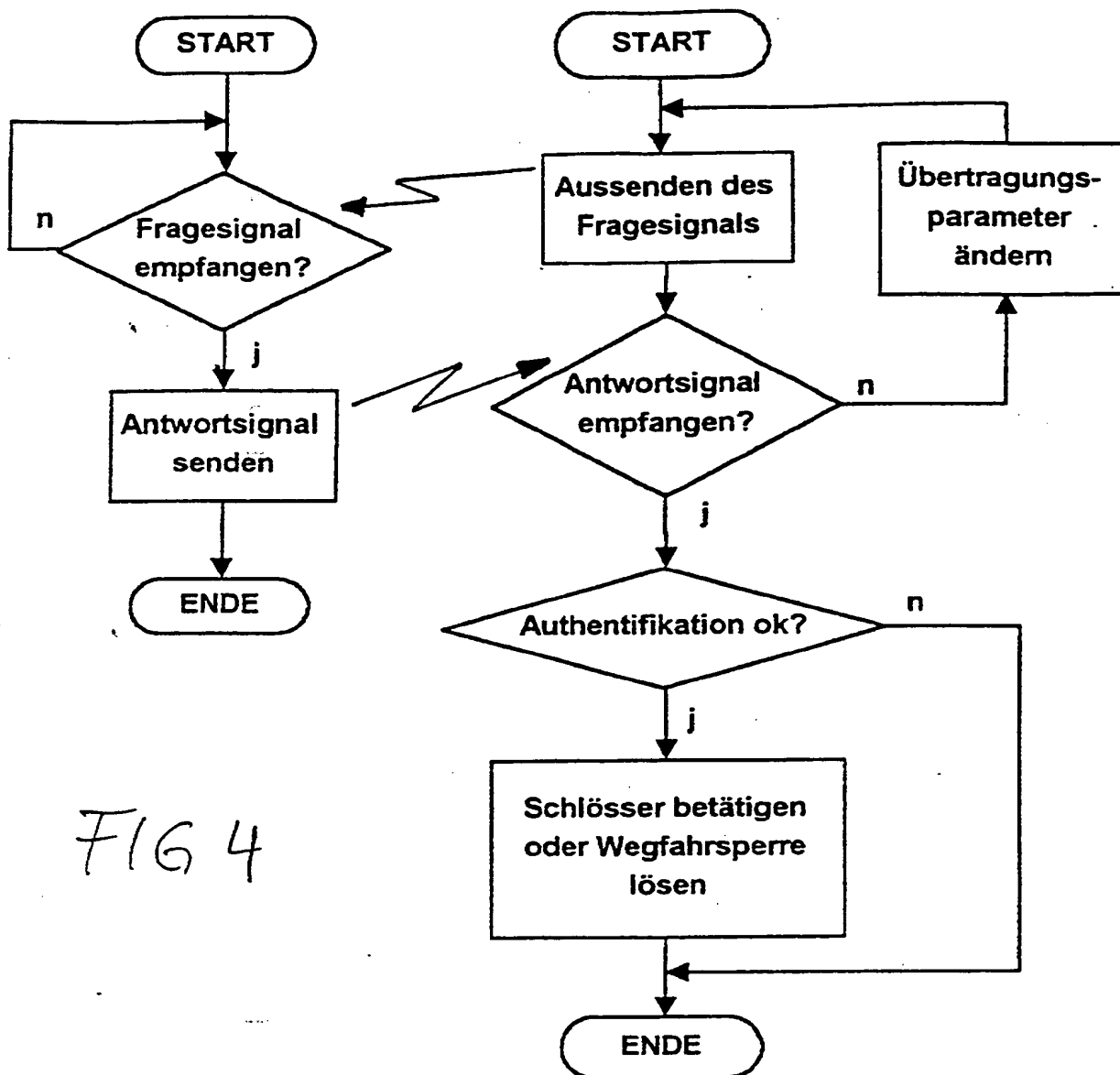


FIG 4

FIG 5

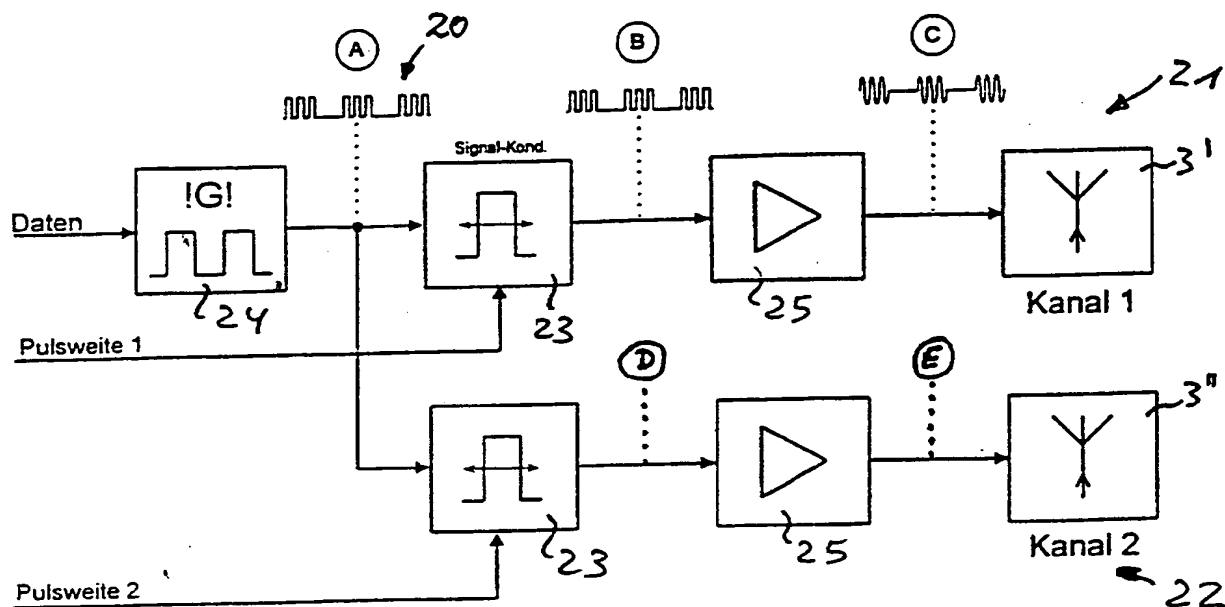


FIG 6A



FIG 6B



FIG 6C

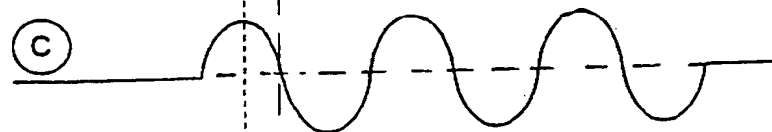


FIG 6D



FIG 6E

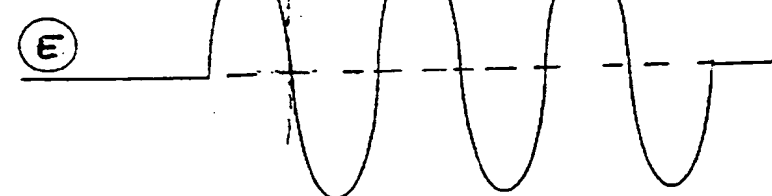


FIG 7

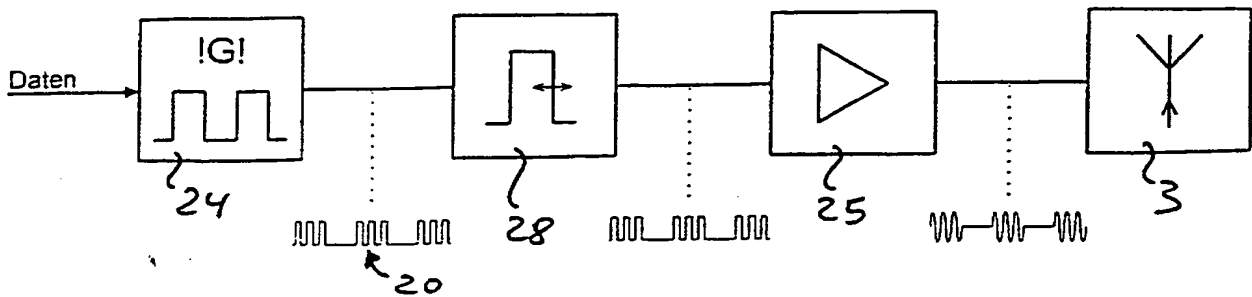


FIG 8

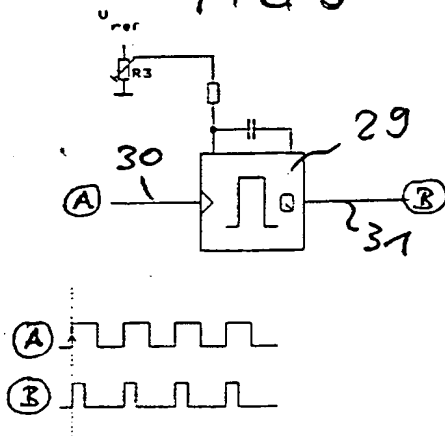


FIG 9

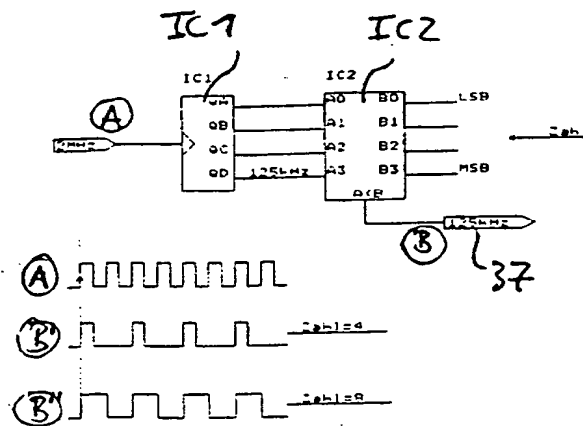
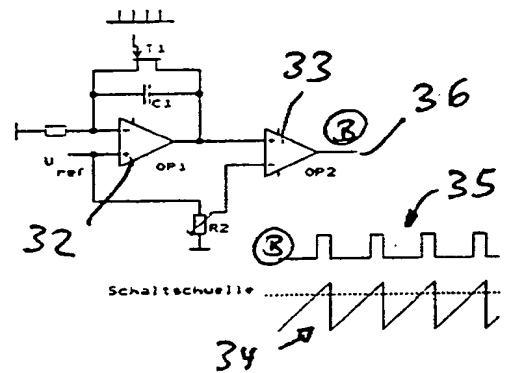


FIG 10

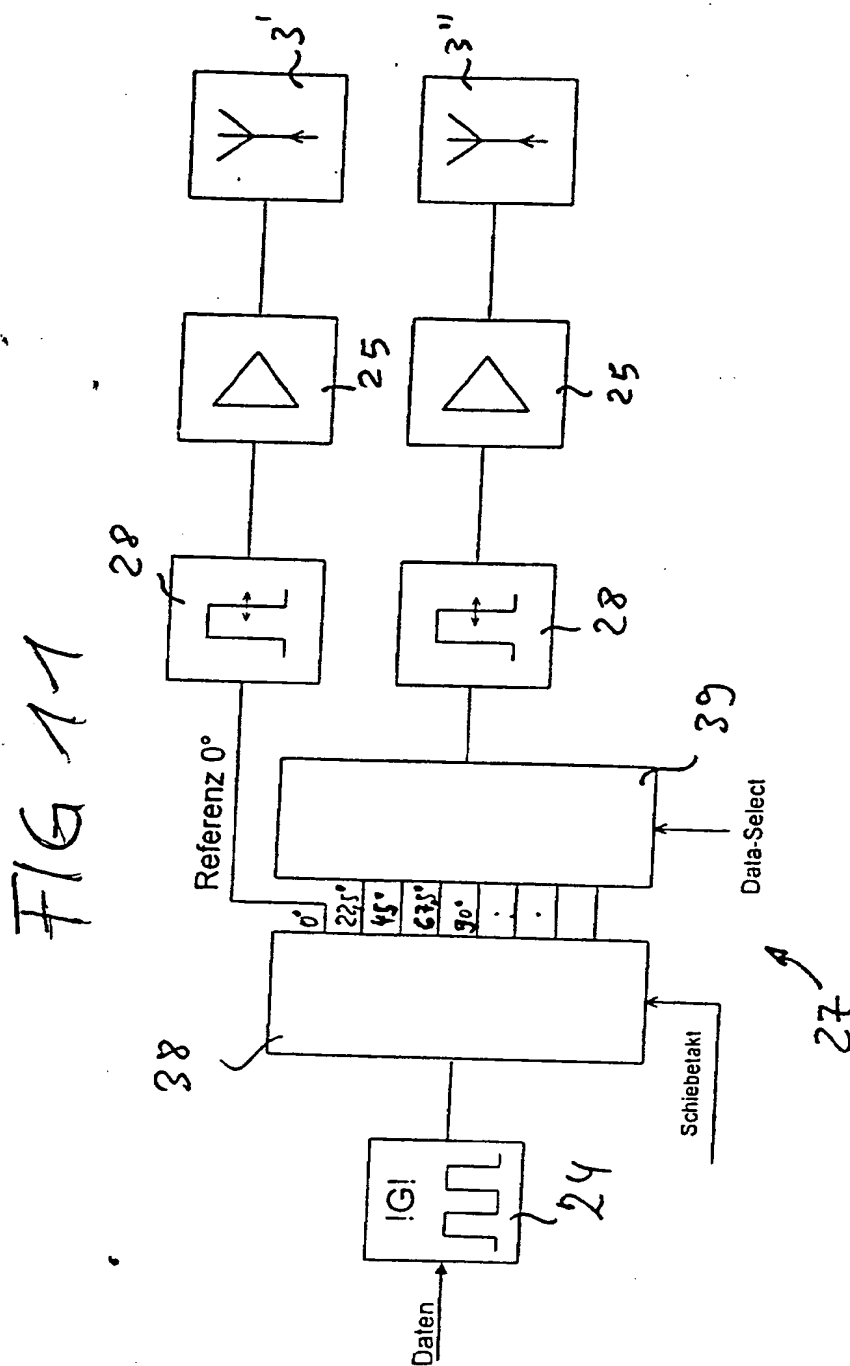


FIG 1

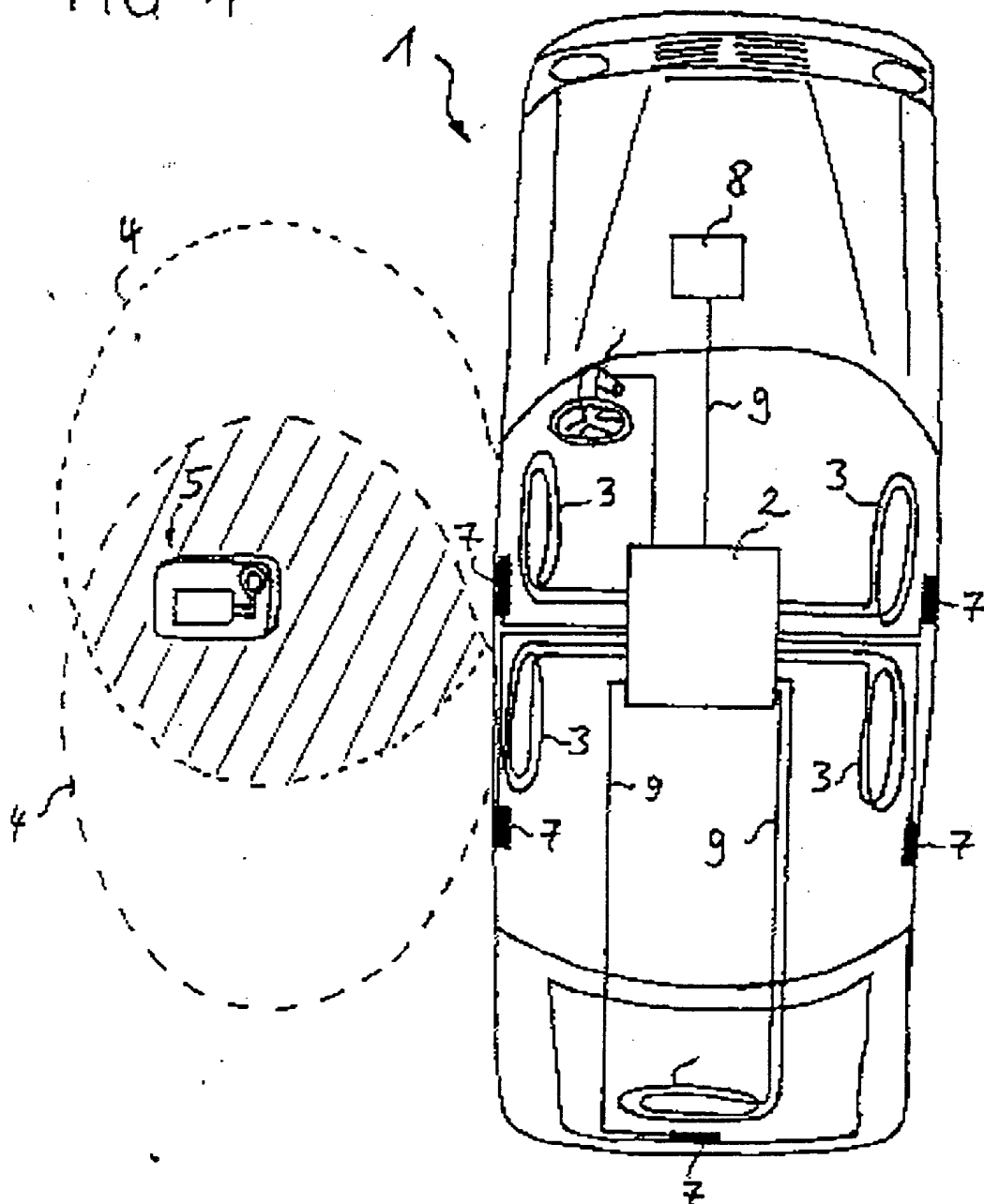


FIG 2

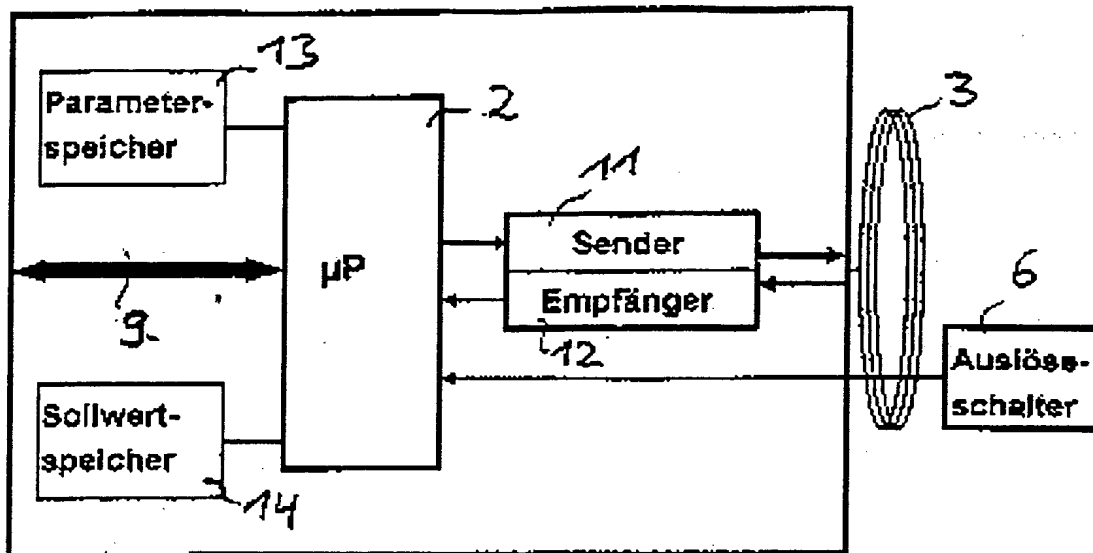
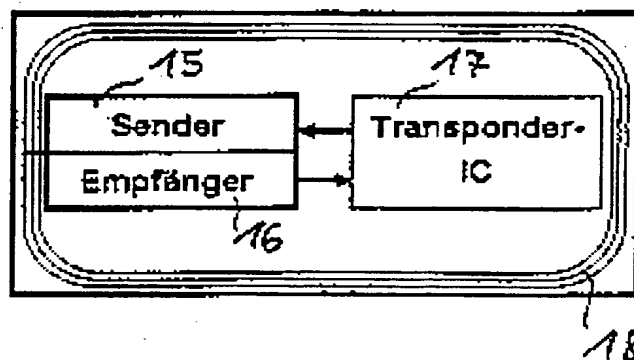


FIG 3



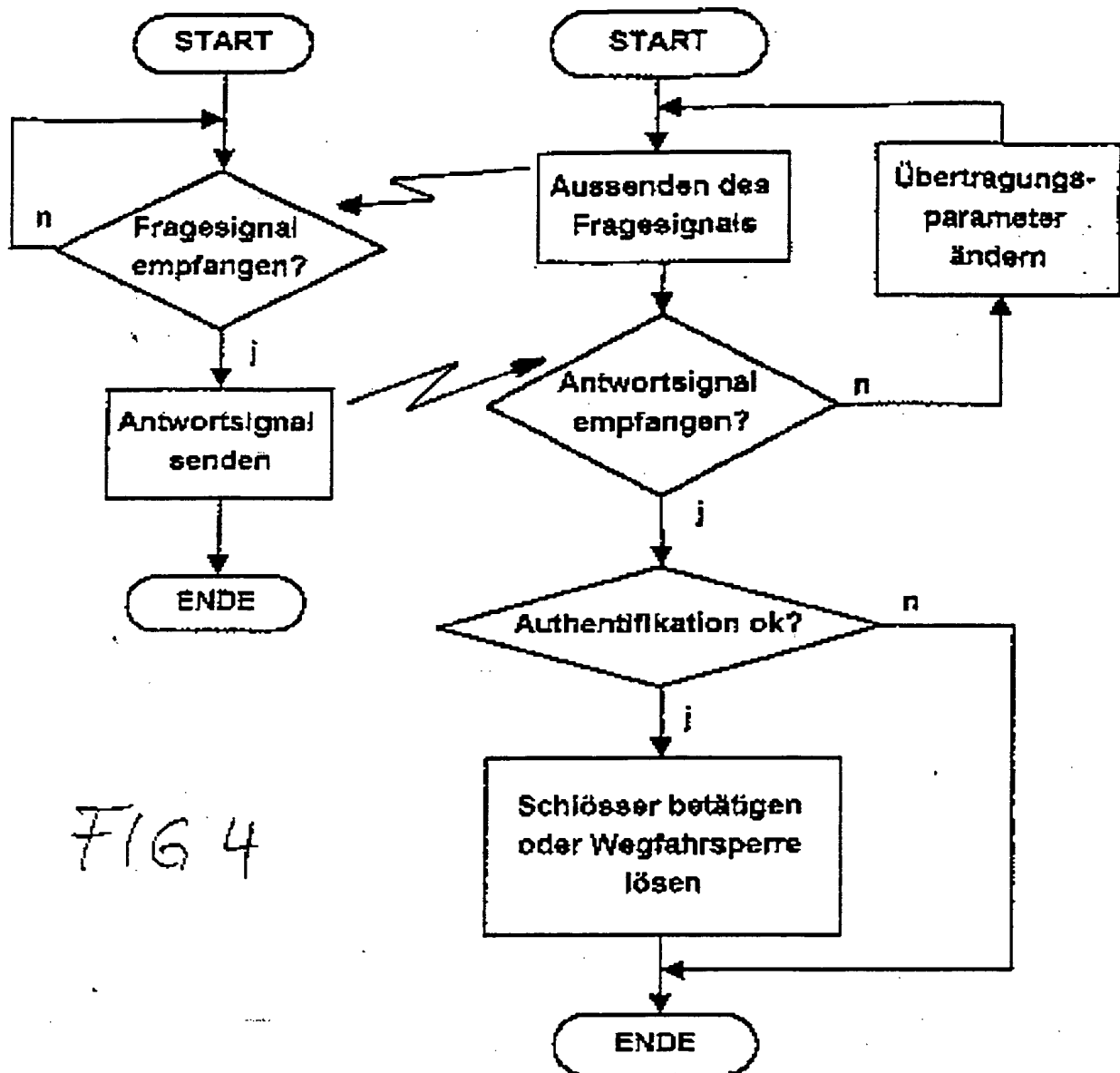


FIG 4

FIG 5

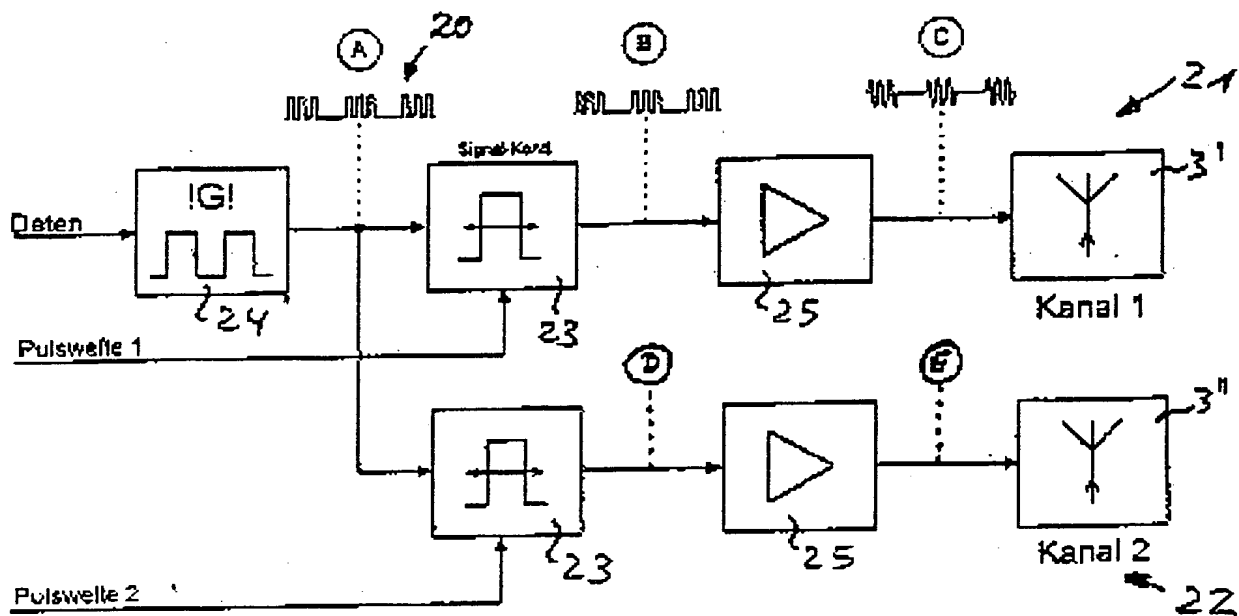


FIG 6A

FIG 6B

FIG 6C

FIG 6D

FIG 6E

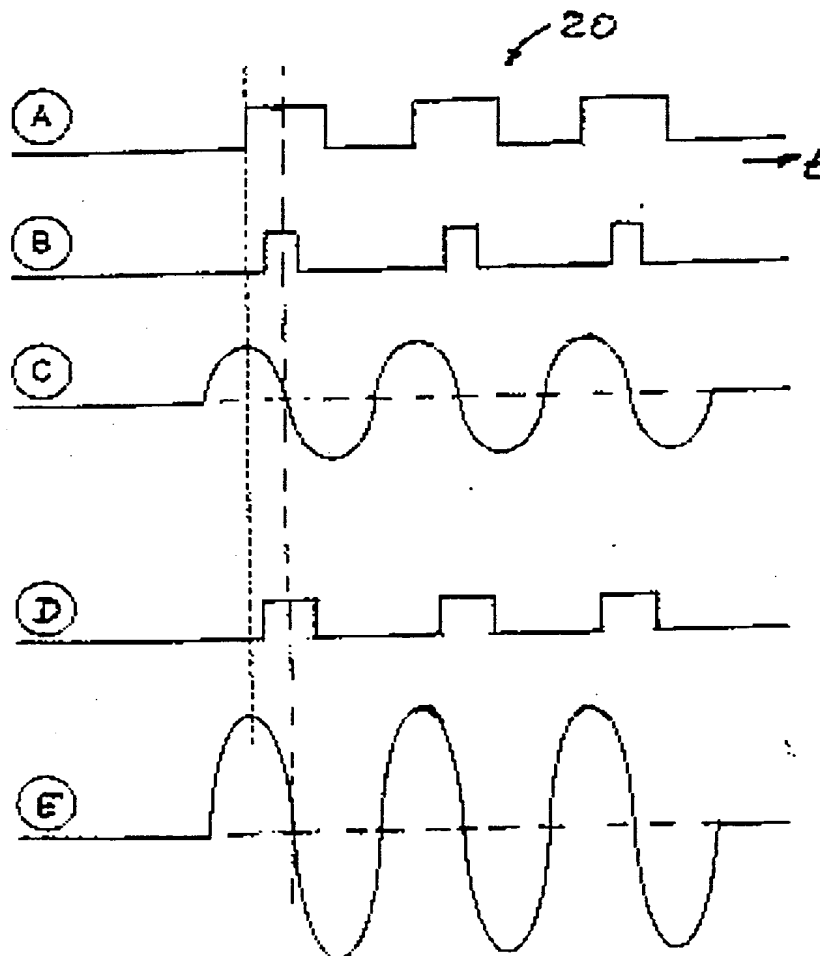




FIG 7

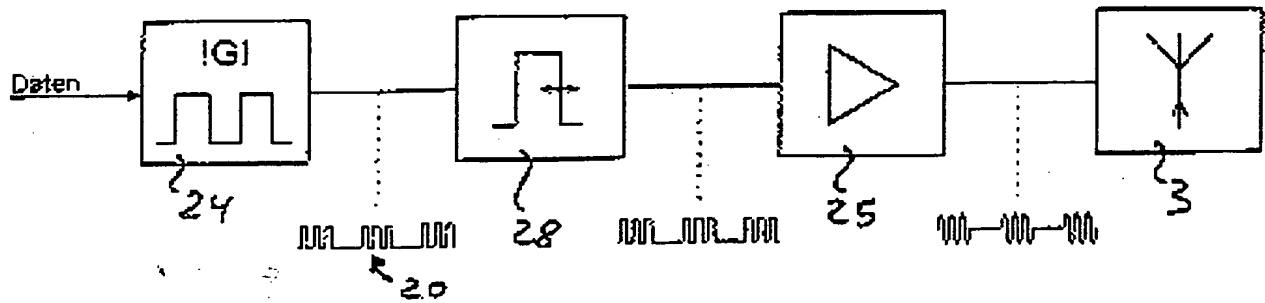


FIG 8

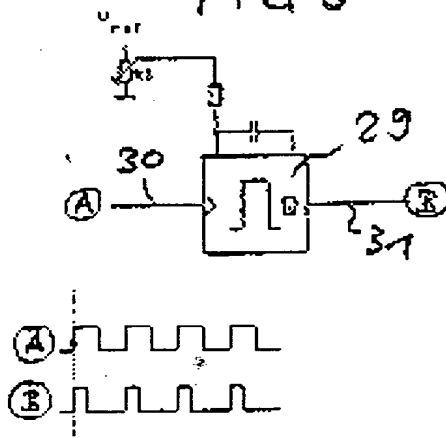


FIG 9

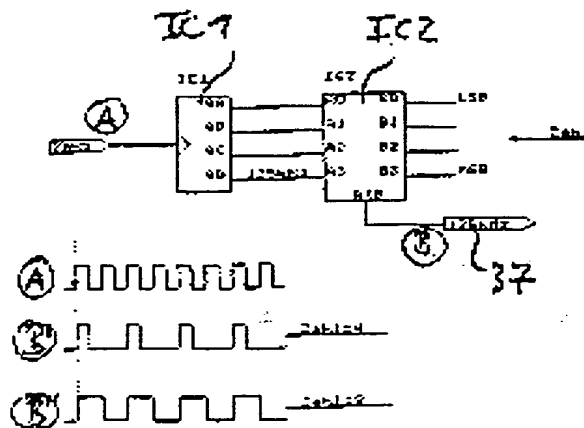
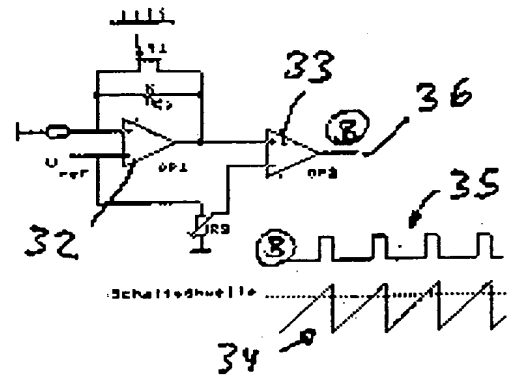


FIG 10

